

## Komfort in energieflexiblen Gebäuden: Einbindung von Nutzer\*innen für eine erfolgreiche Energiewende im Gebäudebereich

Bell, Daniel; Mlinaric, Ines; Gold, Kai; Schneider, Simon

Veröffentlichungsversion / Published Version  
Zeitschriftenartikel / journal article

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Bell, D., Mlinaric, I., Gold, K., & Schneider, S. (2021). Komfort in energieflexiblen Gebäuden: Einbindung von Nutzer\*innen für eine erfolgreiche Energiewende im Gebäudebereich. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis / Journal for Technology Assessment in Theory and Practice*, 30(1), 36-42. <https://doi.org/10.14512/tatup.30.1.36>

### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY Lizenz (Namensnennung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

### Terms of use:

This document is made available under a CC BY Licence (Attribution). For more Information see:  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

# Komfort in energieflexiblen Gebäuden

## Einbindung von Nutzer\*innen für eine erfolgreiche Energiewende im Gebäudebereich

Daniel Bell, Kompetenzfeld Renewable Energy Systems, Fachhochschule Technikum Wien, Giefinggasse 6, 1210 Wien

(daniel.bell@technikum-wien.at)  <https://orcid.org/0000-0001-5637-283X>

Ines Mlinaric, Kompetenzfeld Renewable Energy Systems, Fachhochschule Technikum Wien (ines.mlinaric@technikum-wien.at)

Kai Gold, Department Computer Science, Fachhochschule Technikum Wien (kai.gold@mailbox.org)

Simon Schneider, Kompetenzfeld Renewable Energy Systems, Fachhochschule Technikum Wien  
(simon.schneider@technikum-wien.at)

36

Vor allem im dicht besiedelten urbanen Raum ist die Nachfrage nach innovativen und nachhaltigen Wohnkonzepten unter Einsatz intelligenter Technologien groß. Ein zentraler Aspekt ist die Energieproduktion und -versorgung in Wohngebäuden und -quartieren, die verstärkt lokale erneuerbare Energien einbeziehen. Dabei sollen vor allem Flexibilisierungsmaßnahmen einen sinnvollen Einsatz volatiler Energieträger ermöglichen. Die hier präsentierte Fallstudie vergleicht den (thermischen) Wohnkomfort in einem energieflexiblen Gebäude in Wien aus der Sicht von Nutzer\*innen und aus der Sicht von Expert\*innen. Die Studie hebt die Relevanz wissenschaftlich evaluierter nutzer\*innen-zentrierter Planung für den Erfolg der Energiewende hervor, da die Erfassung heterogener Bedürfnisse beim Wohnkomfort potenzielle Zielkonflikte bei Planung, Umsetzung und Nutzung innovativer Gebäudekonzepte aufzeigen kann.

### Comfort in energy flexible buildings

*User involvement for a successful energy transition in the building sector*

*Especially in densely populated urban areas, the demand for innovative and sustainable residential concepts using smart technologies is high. A key aspect is energy production and supply in residential buildings and neighborhoods that increasingly rely on local renewable energy. In particular, flexibilization measures are expected to enable sensible use of volatile energy sources. The case study presented here compares the (thermal) comfort in an energy flexible building in Vienna from the perspective of residents and from the perspective of experts. The study highlights the relevance of scientifically evaluated user-centered planning for a successful energy transition, since the identifica-*

*tion of heterogeneous residential comfort needs helps reveal potential conflicts in planning, implementation, and use of innovative building concepts.*

**Keywords:** *user research, future urban districts, energy flexibility, buildings*

## Einleitung

Innovative Einzelgebäude und liegenschaftsübergreifende Projekte, welche im Energiebereich das Konzept der *Citizen Energy Communities* aufgreifen, sind auf dem Weg zur nachhaltigen Stadt von wachsender Bedeutung. Vor allem neue Möglichkeiten partnerschaftlicher Produktions-, Speicherungs- und Vertriebsformen basierend auf erneuerbaren Energiequellen und intelligenten Technologien sind hier von wachsendem Interesse (Frieden et al. 2019). Maßnahmen, wie das im Folgenden diskutierte Wohnbausanierungsprojekt aus dem durch den österreichischen Klima- und Energiefonds geförderten Projekt „Smart Block II“, sind zentral für die Erreichung strategischer Stadtentwicklungsprogramme und für die Festlegung lokaler Rahmenstrategien. In diesem Zusammenhang bietet die Energiewende im urbanen Kontext nicht nur ökologische Potenziale, sondern stellt aufgrund ihres partizipativen Charakters und der Handlungsermächtigung von Teilhaber\*innen einen wichtigen Bestandteil der soziotechnischen Entwicklung hin zu zukunftsfähigen urbanen Systemen dar (Pappalardo und Debizet 2020). Speziell durch innovative soziale Praktiken und gemeinschaftliche Interaktionsformen (z. B. durch gemeinschaftliche Energieerzeugung) kann Teilhabe im Wohnumfeld befördert werden (Hafner 2007), in diesem Zuge gewinnt Akzeptanz

This is an article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CCBY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)  
<https://doi.org/10.14512/tatup.30.1.36>  
Submitted: 02.10.2020. Peer reviewed. Accepted: 03.02.2021

der Maßnahmen unter Bewohner\*innen zunehmend an Bedeutung (Haug et al. 2020). Zugleich verlangen derartige Projekte danach, Strategien für nachhaltige Energieproduktion und -versorgung durch wissenschaftliche Begleitstudien evaluierbar zu machen.

In diesem Beitrag stellen wir die hohe Relevanz einer Nutzer\*innenbeteiligung für die erfolgreiche Gestaltung von energieflexiblen Gebäuden heraus und fragen nach den zentralen Faktoren für thermischen Komfort aus Sicht der Bewohner\*innen eines fertiggestellten energieflexiblen Mehrfamiliengebäudes in einem gegenwärtig in der Sanierung befindlichen Wiener Stadtquartier. Unter einem energieflexiblen Gebäude verstehen wir Bauten, die aufgrund ihrer Bauart und technischen Ausstattung dazu in der Lage sind, ihre Nutzung besser an die volatile Energieproduktion aus erneuerbaren Energiequellen anzupassen (z. B. durch Energieeigenproduktion mittels Photovoltaik oder durch Nutzung von Energiespeichertechnologien). Das tatsächliche Verhalten der Nutzer\*innen und ihr subjektives Empfinden (thermischen) Wohnkomforts vergleichen wir mit den Planungen für die thermische Gebäudenutzung, wie sie von Expert\*innen aus Planung, Umsetzung und Betrieb von Mehrfamilienwohnhäusern bzw. von Stadtquartieren mit Mischnutzung in leitfadengestützten Interviews geäußert wurden. Auf Grundlage beider Erhebungen ist es möglich, sowohl subjektive Wohnkomfortfaktoren sowie die Expert\*innensicht zu potenziellen Zielkonflikten und Strategien zur Akzeptanzsteigerung bei den Endnutzer\*innen innovativer Wohngebäude und -quartiere darzustellen.

## Untersuchungsgegenstand und Methodik

Die dieser Untersuchung zugrunde liegenden Ergebnisse stammen einerseits aus einer teilstandardisierten Telefonbefragung von Bewohner\*innen eines energetisch sanierten Wohngebäudes, andererseits aus einer Expert\*innenbefragung unter den in Planung und Umsetzung involvierten Akteur\*innen. Im Rahmen des durch den österreichischen Klima- und Energiefonds geförderten Projekts „Smart Block II“ werden mehrere Wohngebäude im Altbestand eines Quartiers im 17. Wiener Gemeindebezirk schrittweise thermisch saniert, um gleichzeitig gemeinschaftlich und liegenschaftsübergreifend einen Umstieg auf erneuerbare Energien kostengünstig umzusetzen (Wörthl-Gössler et al. 2017). Vorerst wurde die Sanierung eines Gebäudes abgeschlossen, dessen Bewohner\*innen die Basis der teilstandardisierten Befragung darstellen. Im Zuge der energetischen Sanierung wurden bereits Erdbohrungen (oberflächennahe Geothermie) im Innenhof der Blockrandbebauung zur Nutzung der Umweltwärme im Erdreich sowie zur Speicherung der Sonnenenergie ausgeführt. Die gespeicherte Energie kann mittels Wärmepumpen im Winter zum Heizen und im Sommer zum Kühlen verwendet werden. Das bereits fertig sanierte Gebäude wurde außerdem mit Photovoltaik-Thermischen-Kollektoren (welche nicht nur Strom sondern auch Wärme für die Deckung des Warmwasserbedarfs sam-

eln) am Dach und einer Photovoltaik-Anlage in der Aufzugsverglasung zur Eigenbedarfsdeckung im Gebäude ausgestattet. Die so bereitgestellte Energie wird für eine dezentrale Warmwasserbereitung und eine effiziente Niedertemperatur-Fußbodenheizung eingesetzt.

Im Rahmen einer ersten Fallstudie wurden die Bewohner\*innen eines Wohngebäudes der energetischen Quartierssanierung in der Geblergasse im 17. Wiener Gemeindebezirk hinsichtlich Verhalten und Einstellung im Kontext von Maßnahmen thermischer und elektrischer Flexibilisierung befragt (Mlinaric 2020). Ziel war dabei eine erste Erfassung der Einstellungen der Bewohner\*innen schon in der Entstehungsphase des Quartiers. Die befragten Bewohner\*innen zogen unmittelbar nach der Gebäudesanierung in ihre Wohnungen und wohnten zum Zeitpunkt der Befragung ein halbes Jahr im Haus. Dadurch sind die Ergebnisse als erste Erfahrungen mit dem Gebäude und noch nicht repräsentativ für entsprechende Gebäudetypen zu werten. Eine mündliche Befragung der Bewohner\*innen des ersten bereits sanierten Gebäudes in der Geblergasse wurde gewählt und als telefonische Befragung durchgeführt. Der Fragebogen beinhaltet Fragen zu energiebezogenen Einstellungen, zum Umwelt- und Energieverhalten, zu den Motivationen zur Einschränkung des Energiekonsums und zur Veränderung des Energieverhaltens sowie zu projektbezogenen Einstellungen, zur Wohnzufriedenheit und zu soziodemografische Angaben. In dem Gebäude erklärten sich sieben Bewohner\*innen von insgesamt 16 privaten Haushalten dazu bereit, an der Befragung teilzunehmen. Bei allen sieben Interviewten handelt es sich um Neumietler\*innen, davon sind drei Männer und vier Frauen im Alter von 26 bis 61 Jahren. Vier der sieben Personen sind zwischen 30–39 Jahre alt. Fünf der sieben Befragten wohnen in einem Zweipersonenhaushalt, weiterhin gibt es jeweils einen Einpersonenhaushalt und eine Familie mit einem Kind. Sechs der sieben Interviewten sind mit einem zweiten Hochschulabschluss sehr gut gebildet.

Im Rahmen einer weiteren Fallstudie wurden die Interessen und Erfahrungen der Akteur\*innen in der Planung von energieeffizienten Gebäuden, insbesondere auf Quartiersebene, in Bezug auf Nutzer\*innenbedürfnisse und deren Einbindung in den Planungsprozess erfasst. Dazu wurden zehn leitfadengestützte Expert\*inneninterviews mit Akteur\*innen aus Planung, Verwaltung und angewandter Forschung geführt. Dabei sollten mögliche Zielkonflikte, aber auch Synergien, zwischen den Interessen der Akteur\*innen und den Bedürfnissen der Nutzer\*innen identifiziert werden (Gold 2020). Die Ergebnisse wurden auf Grundlage qualitativer inhaltsanalytischer Verfahren ausgewertet (Mayring 1994).

## Thermischer Wohnkomfort in intelligenten Gebäuden

An den Schnittpunkten von Technologie sowie gesellschaftlicher und ökologischer Verantwortung im Umgang mit begrenzt verfügbaren Ressourcen stehen spezifische, an Partizipation

orientierte Smart-City-Konzepte (Homeier et al. 2019), die darauf zielen, die Anpassungsfähigkeit und Robustheit der urbanen Systemelemente gegenüber den sozialen, technischen sowie ökologischen und wirtschaftlichen Kernherausforderungen zu erhöhen, während gleichzeitig ein möglichst großer Anteil der Bevölkerung an den Innovationsprozessen teilhaben kann (Mandl und Zimmermann-Janschitz 2014). Wohnkomfort ist dabei ein für die Lebensqualität der Bewohner\*innen zentraler Faktor, welcher neben Parametern wie Luftqualität sowie akustischer und visuellem Komfort vor allem auch den thermischen Komfort beinhaltet. Im Folgenden wird Wohnkomfort als ganzheitliches Konzept verstanden, welches neben den standardisier-

Gebäudemasse selbst als (Wärme-)Speicher. Bei der so genannten thermischen Bauteilaktivierung, bei der durch in Betonbauteile eingelassene Rohrleitungen warmes und kaltes Wasser zur Kühlung oder Beheizung geleitet wird, ist dabei verhältnismäßig günstig, macht allerdings neue Regelungskonzepte nötig (Weiß et al. 2019). So genanntes Lastmanagement bzw. *Demand Side Management* soll vor allem auf zeitlicher Ebene den Energieverbrauch derart verschieben, dass er zu Zeiten hoher erneuerbarer Energieproduktion stattfindet (Hausladen et al. 2014).

Innovative Konzepte im Bereich der Wärme- und Energieversorgung in Wohngebäuden bergen jedoch vor allem aufgrund der teils nötigen Eingriffe in den Lebensalltag der Nutzer\*innen

## *Der intelligente und ressourcenschonende Betrieb von Wohngebäuden gewinnt immer stärkere Relevanz für die Reduzierung von Treibhausgasemissionen.*

ten Aspekten auch die subjektiven Wahrnehmungen aller Komfortparameter berücksichtigt.

Der intelligente und ressourcenschonende Betrieb von Wohngebäuden gewinnt in den zuvor skizzierten Kontexten immer mehr an Relevanz (Soike und Libbe 2018). Vor allem das Potenzial, die Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich zu reduzieren, ist neben steigender Energieeffizienz auf entsprechend nachhaltige Betriebsformen bzw. die Nutzung erneuerbarer Energien zurückzuführen (Zechmeister 2019). Das bestehende Stromnetz kann sowohl mit Lastspitzen als auch geringerer Nachfrage umgehen, indem auf kostenintensive Weise Kraftwerke und Großspeicher eingesetzt werden, wohingegen die zunehmende Einbindung erneuerbarer Energieversorgung vermehrt Schwankungen unterliegt und dadurch mit teils erheblichen Risiken assoziiert ist (Hausladen et al. 2014).

Einerseits bestehen aufgrund der Volatilität wetterabhängiger Energieerzeugung Risiken im Bereich der Versorgung, welche aufgrund des Klimawandels zunehmen können (Hussain et al. 2019). Eine Möglichkeit extreme Engpässe in der Energieversorgung abzufangen, kann im Gebäudebereich durch Einschränkungen der verfügbaren thermischen Heiz- bzw. Kühlleistung erreicht werden. Die unmittelbaren Auswirkungen auf den subjektiven Komfort der Betroffenen bei derartigen Maßnahmen sind diesbezüglich aber noch nicht umfassend erforscht. Andererseits macht die erneuerbare Energieversorgung aus Wasser, Wind, und solaren Quellen, durch ihre hohe Volatilität bei der Einspeisung ins Stromnetz eine erhöhte Speicherfähigkeit nötig, um Lastspitzen abzufangen. Die dafür nötigen elektrischen Speicher sind sehr teuer, zudem sind geologische Potenziale für Pumpspeichersysteme in Österreich fast erschöpft. Neben entsprechend ausgebauten Übertragungsnetzen ist dafür auch der Ausbau kostengünstiger dezentraler Speichermöglichkeiten notwendig (Grünwald 2014). Eine Möglichkeit, ist die Nutzung der

Konfliktpotenzial im Spannungsfeld zwischen Planung und Nutzung. Der empfundene thermische Komfort spielt vor allem im Kontext der hochrelevanten Flexibilisierung des Heizens eine wichtige Rolle, da unerwartete, zu schnelle oder unerwünschte Veränderungen der Raumtemperatur negative Auswirkungen auf den subjektiven Komfort der Bewohner\*innen haben können (Wolisz et al. 2018).

### **Potenzielle Zielkonflikte im soziotechnischen Kontext**

Das langfristige Ziel von Akteur\*innen der Gebäude- und Quartiersplanung ist die Entwicklung marktfähiger Lösungen für innovative Gebäude und Quartiere, um durch eine breite Anwendbarkeit einen Beitrag zur Energiewende zu leisten. Beispielsweise suchen regionale Windenergieerzeuger für den fluktuierend anfallenden Strom steuerbare Lasten, um Abschaltungen aufgrund niedriger Marktpreise oder eines Stromüberschusses zu vermeiden. Eine Möglichkeit dafür ist die netzseitige Steuerung des zentralen Heizsystems von Gebäuden, insbesondere der Betrieb von Wärmepumpen. Durch die thermische Speicherfähigkeit der Gebäude sind Lastverschiebungen zugunsten der Erzeugungskurve erneuerbarer Energien möglich – so gelangt insgesamt mehr volatile erneuerbare Energie in das Netz. Je größer die mögliche Lastverschiebung ist, desto mehr Strom können die Erzeuger\*innen vermarkten und daher auch zu einem günstigeren Preis anbieten. Vor allem im thermischen Bereich energieflexibler Gebäude können sich dadurch laut Meinung der befragten Expert\*innen Probleme bei der Anpassung der Komfortparameter ergeben. Nicht für alle Zielgruppen können demnach zu jedem Zeitpunkt thermische Komfortparameter erfüllt werden.

### Thermischer Wohnkomfort und Energieflexibilität aus Nutzer\*innen- und Expert\*innensicht

Die befragten Bewohner\*innen zeigten sich nach der Gebäudesanierung allgemein sehr zufrieden sowohl mit dem thermischen Wohnkomfort als auch mit der Wohnungstemperatur und der Bedienung der Nutzer\*innen-Interfaces zur Steuerung (z. B. Heizungseinstellung). Bei einigen Befragten war das Interesse am Energiesparen aufgrund des Einzugs gestiegen, bei einer Person war es aufgrund der hohen Energieeffizienz sogar gesunken. Die Mehrheit der Befragten wäre bereit, Rücksicht auf die verfügbare solare Energie zu nehmen und das eigene Energieverhalten entsprechend anzupassen. Als Gründe nannten sie hauptsächlich generell positive Einstellungen zu Energieeinsparungen,

latiler erneuerbarer Energieerzeugung, oder ein an die Erzeugungskurve der eingesetzten Energiequellen angepasster Betrieb der Weißware im Haushalt. Die Implementierung eines Komfortbandes, welches akzeptable Mindest- und Maximaltemperaturen unter Berücksichtigung weiterer Wohnklimawerte berücksichtigt (z. B.: Außentemperatur, Luftfeuchtigkeit etc.), wurde unter den Expert\*innen als Kompromiss zwischen einer Steuerungsmöglichkeit für die Nutzer\*innen und der Ausnutzung des technischen Potenzials der netzseitigen Fremdsteuerung gesehen.

In Bezug auf die sensible Thematik der Automatisierung alltäglicher Prozesse zeigten sich allgemein alle befragten Bewohner\*innen positiv gegenüber Fremdsteuerung der Gebäudetechnik.

## *Nutzer\*innen assoziieren das Energiesparen in energieflexiblen Gebäuden nicht mit Komfortverlusten.*

aber auch die Einstellung zu nachhaltigem Verhalten und damit assoziierte Kosteneinsparungen. Energiesparen wurde allgemein nicht mit Komfortverlusten assoziiert.

Eine Herausforderung für die Expert\*innen aus dem Immobilienentwicklungsbereich ist die Aufteilung der über den Lebenszyklus der Gebäude anfallenden Kosten zwischen Bauträger\*innen und späteren Nutzer\*innen: Innovative energieeffiziente Konzepte haben höhere Planungs- und Baukosten als etablierte Lösungen. Die Kostenersparnis entsteht jedoch erst später durch die geringeren Energiekosten im Betrieb, von denen derzeit aber ausschließlich die Nutzer\*innen profitieren. Die ungleiche Aufteilung ist für Bauträger\*innen herausfordernd und hinderlich für eine breite Anwendung derartiger Konzepte. Es bedürfte daher tragfähiger Geschäftsmodelle, welche die Kosten auf die Lebenszykluskosten aufteilen. Als mögliche Lösungen nannten die Expert\*innen Energiegemeinschaften oder eine pauschalierte Abrechnung der Energiebereitstellung, anstatt einer mengenmäßigen Verrechnung des Energieverbrauchs. Entgegen den von befragten Expert\*innen als problematisch eingeschätzten Verteilungsfragen von Kosten und Einsparungen nahmen Bewohner\*innen die Senkung der Kosten im Betrieb als positiv wahr. In diesem Zusammenhang zeigten die Ergebnisse der Bewohner\*innenbefragung aber auch, dass die Teilnehmer\*innen generell eher aufgrund des individuellen Umweltbewusstseins als aus finanziellen Vorteilen auf den Energieverbrauch im Alltag achten.

Aus Sicht der befragten Expert\*innen sollte systemdienliches Verhalten, im Sinne des energetischen Konzeptes, idealerweise durch einfache Verhaltensanpassungen der Nutzer\*innen umgesetzt werden können: etwa energieeffizientes Lüften, die Akzeptanz von Schwankungen der Raumtemperatur innerhalb eines möglichst breit definierten Komfortbands (ein Temperaturbereich, der abhängig von der jeweiligen Jahreszeit den thermischen Komfort sicherstellt) zur Ausnutzung des Potenzials von

natürlicher erneuerbarer Energieerzeugung, oder ein an die Erzeugungskurve der eingesetzten Energiequellen angepasster Betrieb der Weißware im Haushalt. Die Implementierung eines Komfortbandes, welches akzeptable Mindest- und Maximaltemperaturen unter Berücksichtigung weiterer Wohnklimawerte berücksichtigt (z. B.: Außentemperatur, Luftfeuchtigkeit etc.), wurde unter den Expert\*innen als Kompromiss zwischen einer Steuerungsmöglichkeit für die Nutzer\*innen und der Ausnutzung des technischen Potenzials der netzseitigen Fremdsteuerung gesehen.

### Potenziale einer nutzer\*innenzentrierten Planung

Genereller Konsens der befragten Expert\*innen war, dass die verwendeten Energiesysteme in modernen, urbanen Wohnquartieren nutzer\*innenzentriert sein müssen. Aus Expert\*innensicht bedeutet dies, dass das System für die Nutzer\*innen einfach zu bedienen ist und deren Wohnkomfortbedürfnisse befriedigt werden können. Jedes Gebäude, unabhängig von der verwendeten Technologie, könne dies allerdings nur in begrenztem Rahmen. Durch eine frühzeitige kooperative Einbindung der späteren Nutzer\*innen in den Planungsprozess könnten deren spezifische Bedürfnisse optimal definiert und das technische System daran angepasst werden. In Fällen, in denen die Akzeptanz niedrig ist bzw. in denen die Komfortparameter nicht ausreichend erfüllt würden, böte es sich an, im Rahmen zielgruppenspezifischer Informations- und Sensibilisierungsmaßnahmen, mehr Akzeptanz gegenüber möglichen Komforteinschränkungen zu schaffen. Aktuell bewährten sich bei der Nutzung energieflexibler Quartiere vor allem Veranstaltungen (Schulungen), Nutzer\*innen-Leitfäden und Vergabegespräche, um die Bewohner\*innen hinsichtlich der Besonderheiten der Gebäude entsprechend zu informieren.



Die befragten Expert\*innen erwarteten diesbezüglich ein generelles Interesse seitens der Nutzer\*innen an der verwendeten Technik, sahen dieses jedoch in der Praxis kaum als gegeben an. Dieses Manko könnte sich mit Blick auf neueste Gebäude mit hohem Automatisierungsgrad der Steuerung und hoch-innovativer Ausstattung relativieren, denn die Expert\*innen schätzten den Einfluss des individuellen Nutzer\*innenverhaltens auf den realen Energieverbrauch des Heiz- und Kühlsystems bei diesen Gebäuden generell als gering ein. Effizienz und Energieflexibilität werden bei den von den Expert\*innen genannten Projekten hauptsächlich durch die Steuerung der primären Verbraucher in der Haustechnik, insbesondere der Wärmepumpe, erreicht. Dies

austauschen. Die Befragung ergab ebenfalls, dass eine persönliche Nachbetreuung der Bewohner\*innen sinnvoll ist, um eventuelle Fehler in den Handhabungen zu vermeiden. Nachbarschaftlicher Austausch im Gebäude hat also eine Schlüsselfunktion.

Aktive Bürger\*innenbeteiligung an kollektiven Produktions- und Nutzungsprozessen spielen nicht nur im Bereich der individuellen Wohnräume, sondern auch auf kollektiver Ebene im Stadtquartier eine immer wichtigere Rolle (Elmqvist et al. 2019). Die Möglichkeiten gehen dabei über Energiethemen hinaus und tangieren gemeinschaftliche Produktion von Nahrungsmitteln oder auch Steuerung der Entsorgungsprozesse. Sie bieten das Potenzial, die durch diese Bereiche verursachten Emissio-

## *Zur Akzeptanz von Automatisierung und Fremdsteuerung in Gebäuden gilt es, Verhalten sowie Einstellungen von Nutzer\*innenverhalten in die Wohnkomfortgestaltung mit einzubeziehen.*

soll hohe Flexibilität ermöglichen, ohne den Wohnkomfort oder die Nutzer\*innen in ihrem Verhalten übermäßig einzuschränken. In diesem Zusammenhang zeigten die qualitativen Interviews mit Bewohner\*innen jedoch, dass die subjektive Bewertung des Komforts auch durch minimale Veränderungen beeinflusst werden kann.

Die Erhebung unter den Bewohner\*innen des Testgebäudes zeigte in diesem Zusammenhang, dass der Wunsch nach weiterführenden Informationen in Bezug auf energiesparendes Verhalten im Gebäude generell gegeben ist. Die befragten Bewohner\*innen zeigten sich informiert und interessiert in Hinblick auf Energiethemen – Begriffe wie „Energiewende“ und „dezentrale Energietechnologie“ waren den Teilnehmer\*innen durchwegs vertraut. Mehr Informationen sind allerdings im Bereich möglicher externer, oder automatischer Steuerung (z. B. durch Zeitschaltuhren) von Haushaltsgeräten gefordert. Hier besteht eine Erwartungshaltung hinsichtlich weiterführender Information und Aufklärung für die Bewohner\*innen bezüglich der Handhabung (z. B. Energieeinsparung) und der Beweggründe (z. B. ökologisch und ökonomisch motivierte Nutzung vorhandener Solarenergie) für entsprechende Maßnahmen, die durch einfache partizipative Prozesse auf Informationsebene abgedeckt werden können.

Generell wurden in den erforschten Haushalten, neben thermischen und energetischen Aspekten, die Hausgemeinschaft sowie entsprechend geschaffene Begegnungsbereiche als wichtige Faktoren für den Wohnkomfort genannt. Vor allem der persönliche Aspekt der vermittelten Information (persönliche Gespräche zwischen Besitzer\*innen und Bewohner\*innen) dürfte einen positiven Einfluss auf das tatsächliche Verhalten ausgeübt haben. Personen, die sich nicht ausreichend informiert fühlten, konnten sich so bei Nachbar\*innen beispielsweise über Einstellungen und Nutzung der Endgeräte in den jeweiligen Wohnungen

nen durch angepassten Verhaltens- und Konsummuster zu reduzieren, solange die dafür nötigen Infrastrukturen (regulatorisch, ökonomisch, gesellschaftlich) im Rahmen der entsprechenden Planungsprozesse vorgesehen werden (Miller 2019). Gemeinschaftliche Interessen und die Kooperation von Bürger\*innen, die sich selbst als Bestandteil der neu entstandenen Beziehungen auf Gebäude-, Quartiers- und Stadtebene sehen, stellen zentrale Aspekte hinsichtlich des sozialen Zusammenhalts in urbanen Räumen dar (Verbücheln et al. 2013).

### Fazit

Innovative und intelligente Technologien bieten bei der Entwicklung nachhaltigen urbanen Wohnraums erhebliche Potenziale im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung. Entsprechend gilt es im soziotechnischen Kontext die eingesetzten Technologien auf ihre gesellschaftlichen Implikationen zu erforschen. Die durchgeführten Interviews mit Expert\*innen aus den Bereichen Planung, Umsetzung und Betrieb energieflexibler Gebäude zeigten, dass diese Akteur\*innen die Relevanz des Gebäudesektors, hier insbesondere Wohngebäuden im Mehrfamilien- und Einfamilienbereich, für die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen und allgemein für die Energiewende erkannt haben. Darüber hinaus besteht in dieser Gruppe bereits ein hohes Maß an Sensibilisierung hinsichtlich der Relevanz von Akzeptanz der entsprechend notwendigen technischen Maßnahmen durch Nutzer\*innen, insbesondere hinsichtlich des Nutzungskomforts.

Vor allem in den Bereichen der Automatisierung und Fremdsteuerung gilt es, heterogenes Nutzer\*innenverhalten sowie die bestehenden Vorbehalte und Einstellungen der Endnutzer\*innen hinsichtlich Flexibilisierungsmaßnahmen messbar zu machen und in die Wohnkomfortgestaltung mit einzubeziehen, um so

letztlich die Akzeptanz zu erhöhen. Die Einbindung der Endnutzer\*innen in den Prozess der technischen Implementierung (z. B. während Errichtung oder Sanierung) kann entsprechend unterstützend bei Sensibilisierung und Information wirken. Eine Bestärkung des sozialen Zusammenhalts und der Kommunikation unter den Bewohner\*innen im Gebäude, und letztlich auch im Wohnquartier, fördert nach den Ergebnissen der Befragung darüber hinaus den Austausch und die gegenseitige Unterstützung bei der Umsetzung nachhaltiger Verhaltensweisen.

Die vorgestellte Fallstudie bietet einen ersten explorativen Einblick in die subjektiven Einstellungen und Erfahrungen mit neuen Technologien aus Sicht der Nutzer\*innen sowie in eine an den Endnutzer\*innen ausgerichtete Planung dieser Maßnahmen aus Sicht der Expert\*innen. Weiterführender Forschungsbedarf ist nicht nur hinsichtlich der Repräsentativität verfügbaren Datenmaterials gegeben. Es gilt jene Faktoren empirisch zu erfassen, die den Wohnkomfort und das Energieverhalten neben den unmittelbaren thermischen Bedingungen, z. B. Gemeinschaftsbildung und Nachbarschaft, in energieflexiblen Gebäuden beeinflussen. Ein auf volatile Energieträger ausgerichtete Energiesystem birgt zudem das Risiko, dass aufgrund temporärer Energiedefizite ein subjektiv empfundener Wohnkomfort nicht jederzeit gewährleistet werden kann. Dieser Aspekt konnte im Rahmen der Erhebungen nicht adressiert werden, hier können zukünftige Forschungsarbeiten die Operationalisierung entsprechender Mindestkomfortgrenzen ermöglichen.

### Erklärung zur Forschungsförderung

Die präsentierten Ergebnisse wurden im Rahmen des Projekts „Flucco+ – Flexibler Nutzer\*innenkomfort in viertelstündlich CO<sub>2</sub>-neutralen Plusenergiequartieren durch Förderungen der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) und des österreichischen Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) sowie im Rahmen des „Kompetenzteam für lebenswerte Plusenergiequartiere“ durch die Stadt Wien unterstützt.

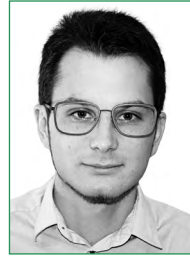
### Literatur

- Elmqvist, Thomas et al. (2019): Sustainability and resilience for transformation in the urban century. In: *nature sustainability* 2 (4), S. 267–273. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0250-1>
- Frieden, Dorian; Tuerk, Andreas; Roberts, Josh; d'Herbement, Stanislas; Gubina, Andrej (2019): Collective self-consumption and energy communities. Overview of emerging regulatory approaches in Europe. Working Paper Nr. 1. Online verfügbar unter [https://www.compile-project.eu/wp-content/uploads/COMPILE\\_Collective\\_self-consumption\\_EU\\_review\\_june\\_2019\\_FINAL-1.pdf](https://www.compile-project.eu/wp-content/uploads/COMPILE_Collective_self-consumption_EU_review_june_2019_FINAL-1.pdf), zuletzt geprüft am 05. 01. 2020.
- Gold, Kai (2020): Stakeholder\*innen im Plus-Energie-Quartier. Bedürfnislagen und Nutzer\*inneneinbindung. Wien: Fachhochschule Technikum Wien.
- Grünwald, Reinhard (2014): Moderne Stromnetze als Schlüsselement einer nachhaltigen Energieversorgung. Berlin: Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). Online verfügbar unter [https://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/zusammenfassungen/TAB-Arbeitsbericht-ab162\\_Z.pdf](https://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/zusammenfassungen/TAB-Arbeitsbericht-ab162_Z.pdf), zuletzt geprüft am 29. 01. 2021.
- Hafner, Sonja (Hg.) (2007): Gesellschaftliche Verantwortung in Organisationen. Fallstudien unter organisationstheoretischen Perspektiven. München: Hampp.
- Haug, Sonja; Vetter, Miriam; Weber, Karsten (2020): Gebäudesanierung zwischen Energieeffizienz und Sozialverträglichkeit. Zwei empirische Fallstudien. In: *TATuP – Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis* 29 (3), S. 56–63. <https://doi.org/10.14512/tatup.29.3.56>
- Hausladen, Gerhard et al. (2014): Lastverhalten von Gebäuden unter Berücksichtigung unterschiedlicher Bauweisen und technischer Systeme. Speicher- und Lastmanagementpotenziale in Gebäuden. München: Technische Universität München.
- Homeier, Ina et al. (2019): Smart City Wien Rahmenstrategie 2019–2050. Die Wiener Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Wien: Magistrat der Stadt Wien.
- Hussain, Akhtar; Bui, Van-Hai; Kim, Hak-Man (2019): Microgrids as a resilience resource and strategies used by microgrids for enhancing resilience. In: *Applied Energy* 240, S. 56–72. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.02.055>
- Mandl, Bettina; Zimmermann-Janschitz, Susanne (2014): Smarter Cities. Ein Modell lebenswerter Städte. In: Manfred Schrenk, Vasily Popovich, Peter Zeile und Pietro Elisei (Hg.): *Proceedings REAL CORP 2014*. Schwechat: CORP, S. 611–620.
- Mayring, Philipp (1994): Qualitative Inhaltsanalyse. In: Andreas Boehm, Andreas Mengel und Thomas Muhr (Hg.): *Texte verstehen. Konzepte, Methoden, Werkzeuge*. Konstanz: Universitätsverlag Konstanz, S. 159–175.
- Miller, Wendy (2019): Food, water, energy, waste. An examination of socio-technical issues for urban prosumers. Part 1 (Context). In: *Energy Procedia* 161, S. 360–367. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.02.104>
- Mlinaric, Ines (2020): NutzerInnenakzeptanz und Bereitschaft zur Verhaltensänderung in einem energetisch sanierten Wohngebäude. Wien: Fachhochschule Technikum Wien.
- Pappalardo, Marta; Debizet, Gilles (2020): Understanding the governance of innovative energy sharing in multi-dwelling buildings through a spatial analysis of consumption practices. In: *Global Transitions* 2, S. 221–229. <https://doi.org/10.1016/j.glt.2020.09.001>
- Soike, Roman; Libbe, Jens (2018): Smart Cities in Deutschland. Eine Bestandsaufnahme. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik.
- Verbücheln, Maic; Grabow, Busso; Uttke, Angela; Schwausch, Mandy; Gaßner, Robert (2013): Szenarien für eine integrierte Nachhaltigkeitspolitik. Am Beispiel: Die nachhaltige Stadt 2030. Band 2: Teilbericht „Kreislaufstadt 2030“. Berlin: Umweltbundesamt.
- Weiß, Tobias; Fulterer, Anna Maria; Knotzer, Armin (2019): Energy flexibility of domestic thermal loads. A building typology approach of the residential building stock in Austria. In: *Advances in Building Energy Research* 13 (1), S. 122–137. <https://doi.org/10.1080/17512549.2017.1420606>
- Wolisz, Henryk; Müller, Dirk; Hensen, Jan (2018): Transient thermal comfort constraints for model predictive heating control. Aachen: RWTH Aachen.
- Wörtl-Gössler, Jutta; Gruber, Martin; Zeininger, Johannes (2017): Smartblock Step II. Energie, Mobilität, Finanzierung, Kommunikation. Endbericht Smart Cities Demo – 6. Ausschreibung. Online verfügbar unter [https://smartcities.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/3/BGR6\\_2018\\_KR14EF0F12327\\_Smart-Block-II-Energy\\_final.pdf](https://smartcities.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/3/BGR6_2018_KR14EF0F12327_Smart-Block-II-Energy_final.pdf), zuletzt geprüft am 16. 12. 2020.
- Zechmeister, Andreas (2019): Klimaschutzbericht 2019. Analyse der Treibhausgas-Emissionen bis 2017. Wien: Umweltbundesamt.



#### DANIEL BELL

studierte Soziologie an der Universität Wien und war von 2009 bis 2019 wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter bei FACTUM OG im Themenbereich Mobilitäts- Verkehrs- und Stadtforschung. Seit März 2019 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter und Lektor an der Fachhochschule Technikum Wien im Stadt Wien Kompetenzteam für lebenswerte Plusenergiequartiere.



#### KAI GOLD

studierte Raumplanung und Raumordnung an der Technischen Universität Wien sowie Integrative Stadtentwicklung – Smart City an der Fachhochschule Technikum Wien. Masterthesis zu Interessenlagen in der Planung von energieeffizienten Gebäuden und Quartieren mit dem Titel „Stakeholder\*innen im Plus-Energie-Quartier – Bedürfnissen und Nutzer\*inneneinbindung“.



#### INES MLINARIC

studierte Architektur an der Technischen Universität Wien und Integrative Stadtentwicklung – Smart City an der Fachhochschule Technikum Wien. Im Zuge der Masterarbeit Mitarbeit am Forschungsprojekt Flucco+ – Flexibler Nutzer\*innenkomfort in viertelstündlich CO<sub>2</sub>-neutralen Plusenergiequartieren.



#### SIMON SCHNEIDER

studierte Technische Physik an der TU Wien sowie Energy and Environmental Engineering an der Linköping University in Schweden. Seit 2012 Forschung im Bereich Plusenergie- und energieflexible Gebäude. Seit 2016 wissenschaftlicher Mitarbeiter und Lektor an der Fachhochschule Technikum Wien, seit 2019 Leitung des Stadt Wien Kompetenzteam für lebenswerte Plusenergiequartiere.

# UNDISZIPLINIERT!

FORSCHUNG OHNE FACHGRENZEN

## GAIA – ÖKOLOGISCHE PERSPEKTIVEN FÜR WISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT

ist eine transdisziplinäre Zeitschrift  
für Wissenschaftler(innen)  
und Wissenschaftsinteressierte, die sich mit  
Hintergründen, Analysen und Lösungen  
von Umwelt- und  
Nachhaltigkeitsproblemen befassen.

**Sichern Sie sich jetzt  
Ihr vergünstigtes Probeabo!**

2 Ausgaben inkl. Versand für nur **19,00 Euro**  
statt 29,50 Euro

[www.gaia-online.net](http://www.gaia-online.net)

